维生素E对动物机体损伤的保护作用研究进展[1]

孙岳丞　张　婧　宋文涛　单安山

（东北农业大学动物营养研究所，哈尔滨 150030）

摘　要：维生素E是一种动物机体必需的脂溶性维生素，是体内重要的抗氧化物质。近年来相关研究结果证明：维生素E在保护动物机体损伤、维持组织基本结构稳定、保障动物机体繁殖性能、增强机体免疫力等方面作用显著。本文总结了维生素E对氧化应激、霉菌毒素、农药等有害物质诱导的动物机体损伤的保护作用，为研究维生素E在动物体内作解毒剂、保护剂的作用机制以及在动物生产中的进一步推广应用提供相应的理论依据。

关键词：维生素E；氧化应激；霉菌毒素；农药残留；抗氧化

中图分类号：S816.7　　文献标志码：A　　文章编号：

动物氧化应激损伤是动物生产过程中限制动物正常生长的一个主要因素[1]。在实际生产过程中，农畜产品中霉菌毒素的污染以及农药残留的超标现象日趋严重。据统计，全球约25%的粮食受到霉菌毒素不同程度的污染，而农药残留超标的事件亦时有发生。这些有毒物质被摄入人体及动物体后，极易对动物肝脏功能、肠道功能以及繁殖性能等方面造成不同程度的氧化应激损伤。因此，寻找一种可以有效保护、治疗这些潜在有害物质对动物机体的损伤的抗氧化类物质显得愈发重要。维生素E作为一种传统的饲料添加剂，目前已经被单一或与其他物质联合用于对动物机体进行保护，目前已经取得了一定的研究成果。本文总结了维生素E对氧化应激、霉菌毒素、农药等有害物质诱导的动物机体损伤的保护作用，为研究维生素E在动物体内作解毒剂、保护剂的作用机制以及在动物生产中的进一步推广应用提供相应的理论依据。

1　维生素E对动物机体氧化应激损伤的保护作用

维生素E，又称为α-生育酚，是一种非常重要的能够阻断自由基链式反应的抗氧化剂[2]。目前研究证明，维生素E对防治一些疾病，如心脑血管疾病、肿瘤等疾病，具有可观的应用潜力[3-4]。这得益于维生素E自身的酚类化合物属性，其苯并二氢吡喃环第6位羟基为活性基团，能够释放活性氢，

收稿日期：2017-05-10

基金项目：国家生猪产业技术体系（CAS-36）

作者简介：孙岳丞（1992-），男，硕士研究生，研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: 371565119@qq.com

*通信作者：单安山，教授，博士生导师，E-mail: asshan@neau.edu.cn

捕获自由基，使得维生素 E 本身可通过直接作为电子供体，清除过多自由基，阻断自由基的链式反应，有效防止组织中的脂质过氧化，使得机体细胞、组织避免受到自由基的攻击[5]。这一机制也使得研究者将天然维生素 E 认作一种强有效的抗氧化剂[6]。细胞膜上较丰富的多不饱和脂肪酸受到自由基的攻击是细胞发生脂质过氧化反应的重要原因。而作为具非特异性的断链抗氧化功能的断链抗氧化剂，维生素 E 也能够保护细胞膜磷脂和血浆脂蛋白中的多不饱和脂肪酸免受氧自由基的攻击[7-8]。这也解释了其在细胞层面上对机体损伤的保护作用。另外，维生素 E 与其他的抗氧化物质联合作用被认为能有效抑制细胞膜内的低密度脂蛋白的体外氧化，特别是由自由基介导的氧化过程[9]。

有试验结果表明，动物机体通过相关神经和内分泌系统的调控来保持机体的正常的免疫应答。而补充适宜水平的维生素 E，通过其对相关激素水平进行调节，可以防止机体内出现过低或过高的免疫反应，从而保证机体内环境稳态，维持机体的正常生长[10]。同时，维生素 E 通过影响组织抗氧化酶和非酶系统途径，调节组织细胞内如超氧化物歧化酶（SOD）和过氧化氢酶（CAT）等酶的活性，减轻细胞膜上氧自由基的应激作用，进而影响脂质过氧化反应[11]。

维生素 E 作为一种常用的具有高效抗氧化作用的饲料添加剂，在动物生产和畜产品加工产业以及人类的保健食品和临床医学等领域，都得到了广泛的应用。

在实际动物生产过程中，动物机体会随着饲喂的饲营养粮水平、生存环境等条件的改变，受到不同程度的氧化应激，进而造成中性粒细胞的炎性浸润，并刺激蛋白酶的分泌，产生大量氧化中间产物，对动物机体造成氧化应激损伤[12]。补充饲喂适宜水平的维生素 E 其可以有效增强动物机体抗氧化能力，同时对氧化应激造成机体的器官损伤、血液生化指标的异常等症状有着明显的缓解和改善作用。

在小鼠饲粮中联用维生素 C 与维生素 E，可以有效地清除自由基，减轻机体的氧化应激，同时还可停止脂质过氧化，提前保护、减免四氯化碳（CCl_4）对机体的化学性肝损伤[13]。维生素 E 可以显著提高动物体内某些抗体的活性和浓度。利用这一特性，在母羊怀孕期间的饲粮中补充维生素 E，对其血清溶菌酶的活性没有显著影响[14]。维生素 E 的保护作用还体现在对高原低氧环境下动物可能出现的肠损伤起到缓解作用，但具体机制尚不明确，分析可能与低氧诱导因子（HIF）、Toll 样受体 4（TLR4）、核转录因子-κB（NF-κB）等信号通路有关[15]。王锦[16]选用地塞米松（dexamethasone,DEX）模拟肉鸡氧化应激后发现：氧化应激会显著诱导肉鸡 DNA 损伤，提升 DNA 甲基化水平，诱发肉鸡性能降低；饲粮中添加维生素 E 可以提高肉鸡生长性能，缓解 DNA 氧化损伤，但 DNA 甲基化状态没有改善。

2 维生素 E 对动物机体受霉菌毒素毒性损伤的保护作用

在农业生产过程中，由于饲料原料农作物不当的存放等诱因，饲料中霉菌毒素含量超标的情况显得愈发突出。研究人员尝试将维生素 E 应用于缓解霉菌毒素的毒性损伤这一全新领域，在改善霉菌毒

素污染对动物机体的炎症损伤、血液生化的改变、组织学特性的改变等方面，维生素 E 都有一定的缓解、保护作用。

黄曲霉毒素（aflatoxin,AF）作为一种由曲霉真菌产生的天然的有毒分子，少量的摄入即会导致肝癌、胃肠道疾病，严重时导致器官功能性障碍、甚至衰竭[17]。将黄曲霉毒素 B_1(aflatoxin B_1，AFB_1)与维生素 E 联用，对肾皮质的组织学结构的损伤最小，且对机体抗氧化能力具有显著的改善作用。因此，维生素 E 被认为在预防肾损伤方面具有广阔前景。Khan 等[18]发现，AFB_1 的侵袭使得白来航鸡（White Leghorns）的体重、蛋产量显著下降，而血红细胞的氧化损伤、胚胎死亡率和畸形率都显著升高；而将维生素 E 与 AFB_1 联用，可以显著地降低动物体内 AF 的残留，对其他指标的保护作用效果不显著，因此认为维生素 E 在蛋鸡饲粮中的添加仅能对由 AFB_1 诱导产生的损伤提供部分保护；而维生素 E 对 AFB_1 引起的植物凝集素 P（PHA-P）淋巴细胞增殖反应，抗绵羊红细胞（SRBC）的抗体滴度等没有显著的变化。因而推断维生素 E 在免疫学层面的保护作用有限，但不排除试验中维生素 E 仅设置单一剂量的影响，而高剂量层面的试验效果暂不确定[19]。另外，农业生产中喂食 AFB_1 污染的玉米会造成鸭的生长性能、相对免疫器官重量的下降，而饲粮中维生素 E 的添加在鸭的生长性能、死亡率等方面均具有显著的改善作用[20]。

赭曲霉毒素 A（ochratoxins A,OTA）也是一种在食品、饲料等生产中广泛存在的真菌代谢产物，其在饲料和食品之中的污染对畜禽也有着严重的危害。OTA 的残留会造成孕兔胎重及幼兔的出生体重显著降低，引起血红细胞数等血液生化参数的显著降低；与此同时，通过组织病理学的方法发现，OTA 可以造成机体肝组织的脂肪变性、出血和淤血，肾小球收缩、肾小管变性，肠道绒毛长度显著变化等损伤[21]。而使用维生素 E 可以一定程度上改善部分组织的损伤，对组织损伤具有一定的治疗作用[21]。另外，添加维生素 E（100 mg/kg）可以显著的改善由 OTA 暴露所引起的肉鸡血液生化指标水平的降低，修复其自身免疫、造血等功能，因此建议在肉鸡饲粮中补充一定水平的维生素 E[22]。维生素 E 与其他物质的联用也证明了其在饲料用维生素领域的重要价值。Abidin 等[23]将左旋肉碱（*L*-carnitine）和维生素 E 分别单独、联合施用于 OTA 暴露下的白来航公鸡，研究结果证明二者均具有改善 OTA 诱导的机体血液、血清生化指标的变化，降低在饲料中的赭曲霉毒素 A 残留。维生素 E 与水飞蓟素（silymarin）联用，可以显著提高被 OTA 影响的总红细胞计数（red cell count,RBC）、血红蛋白（hemoglobin）浓度等血液生理指标，而血清总蛋白（total protein,TP）含量则显著降低，血清丙氨酸转移酶（ALT）活性显著升高。由此可以证明维生素 E 与这些药物联用可能对 OTA 毒理性损伤具有潜在的预防及改善作用[24]。

玉米赤霉烯酮（zearalenone,ZEN）作为一种由茎腐病产生的非甾体雌激素的霉菌毒素，容易引起

机体 DNA 损伤。利用韦罗细胞（vero cells，猴肾细胞）的非常规的 DNA 合成，分析 ZEN 对其染色体畸变和抑制细胞间隙连接通讯的影响，验证 ZEN 的体外遗传毒性和后生效应。结果表明：ZEN 暴露引起韦罗细胞非常规的 DNA 合成的浓度显著增加，并诱发染色体畸变，抑制细胞间隙连接通讯；施用维生素 E 后，可以有效的恢复被 ZEN 抑制的细胞间隙连接通讯，证明维生素 E 对 ZEN 诱导的韦罗细胞氧化应激损伤有治疗、降低的作用[25]。

T-2 毒素（T-2 toxin），作为一种由不同种类镰刀菌所产生的 A 类单端孢霉菌毒素，在农畜产品，尤其在饲料中较为常见。机体在摄入 T-2 毒素之后，极易引发腹泻、呕吐、出血、神经疾病等临床症状，并对骨髓的造血功能造成不利影响，引发血液疾病[26-27]。Ahmadi 等[28]对小鼠注射亚致死剂量的 T-2 毒素后，小鼠体内 B 淋巴细胞（$CD19^+$）数量显著降低，在 12 和 72 h 时联用维生素 E 与硒，在 24 h 之后能够增进 $CD19^+$数量的还原；而仅注射维生素 E 并不会调节 $CD19^+$数量的变化。这证明维生素 E 可以促进硒对 T-2 毒素所抑制的 B 淋巴细胞亚群的改变。现有数据表明，饲料中 DON 含量达到 4 mg/kg、T-2 毒素含量达到 3 mg/kg 时，即可能诱导产生猪淋巴细胞 DNA 片段化等症状的遗传毒性；补充维生素 E 可以部分降低 DNA 的损伤，有利于保持淋巴细胞 DNA 的完整性[29]。

3　维生素 E 对动物机体受农药杀虫剂毒性损伤的保护作用

不仅仅是霉菌毒素，饲料卫生与安全同时也包括由于人类在农业生产中超量、过量施用农药、杀虫剂等造成的饲料等农副产品的污染和残留。其在被动物机体吸收之后，造成对动物甚至人体自身的损伤。维生素 E 作为添加剂无论是单一还是联合作用，对于有机磷等农药、杀虫剂造成的动物损伤都具有保护作用。Olsvik 等[30]研究显示，补充维生素 E 可以有效防止毒死蜱（chlorpyrifos）侵害，通过使大西洋鲑鱼（*Salmo salar*）摄取的脂肪酸在体内积累，抵抗对糖代谢的抑制作用，从而改善毒死蜱对大西洋鲑鱼的毒性损伤。有机磷农药二嗪磷（diazinon），其亚急性毒性能够使得机体内活性氧的含量升高，造成小鼠肝脏脂质过氧化，机体抗氧化防御系统的破坏；补充维生素 E 后，小鼠肝细胞的特异性酶得到补充恢复常态，证明维生素 E 可以有效改善小鼠体内的氧化应激及对肝脏组织的损伤作用[31]。甲基对硫磷（methyl parathion）其亚急性以及急性毒性主要作用于动物肝脏。Uzunhisarcikli 等[32]通过向雄性大鼠持续灌胃甲基对硫磷 7 周，其体重显著下降，肝脏重显著增加。在饲粮中联用维生素 E 与维生素 C 能够有效的改善大鼠的血液生化指标水平，但联用维生素 E 与维生素 C 并不会对甲基对硫磷造成的肝细胞损伤产生病理性的明显改变，认为其可能无法从根本上改变机体的损伤，只能做到事前的预防和功能性的屏障作用。Cengiz 等[33]证明，饲喂 1.45 μg/L 的溴氰菊酯会使尼罗罗非鱼（*Oreochromis niloticus L.*）肝脏内总脂肪含量增加，肝组织中多不饱和脂肪酸的比例显著增加；将溴氰菊酯和维生素 E 联用后发现减少不饱和脂肪酸的过氧化作用，从而保护了细胞膜。

维生素 E 在保障哺乳动物正常的生育功能上发挥着重要作用，于一些外源性毒物造成的生育功能障碍，维生素 E 也具有保护作用。Bayar 等[34]也证实，溴氰菊酯会引起鱼精细胞坏死，核固缩，生精细胞数量减少，精母细胞数目减少，精原细胞变性，且睾丸巨噬细胞数量增加；维生素 E 降低了溴氰菊酯诱导的某些组织病理变化，但未给予完全保护。

4 维生素 E 对动物机体受其他损伤的保护作用

维生素 E 利用其自身的抗氧化功能在解毒过程中有一定的作用。二甲基二酰胺（DMF）中毒极易导致动物肝脏的脂质过氧化。姜超等[35]研究发现，在饲粮中添加不同水平的维生素 E 可以显著降低 DMF 中毒小鼠肝脏丙二醛（MDA）含量，证明维生素 E 对 DMF 所引发的肝脏脂质过氧化损伤具有拮抗作用。而镉中毒会使得机体内，特别是神经组织，产生的自由基增多，并产生氧化应激损伤。戈果等[36]将维生素 E 与维生素 C 在小鼠模型中单独和联用，发现二者均对小鼠黑质神经元具有显著的保护作用；其干预效果依次为维生素 E＞维生素 E 与维生素 C 联用＞维生素 C，在某种程度上也为某些地区提出的如何有效预防镉中毒提供了试验理论依据。氟化钠（NaF）会抑制胰腺中消化酶的活性，极易引发其组织学形变，导致 NaF 相关生化指标及维生素异常病理性变化。Agha 等[37]在饲粮中添加维生素 E、蛋氨酸与 *L*-肌肽，共同饲喂 35 d，可以抵抗 NaF 中毒引起的组织学、血液学、免疫及 DNA 损伤。而补充一些天然维生素 E 也可以增强动物机体的免疫器官的特异性 Th1 型抗原对破伤风类毒素的免疫应答，缓解对机体的免疫器官的损伤[38]。

5 小　结

综上所述，维生素 E 在对动物机体的解毒、保护等方面具有着重要作用，主要具体表现在抗氧化、防止组织细胞损伤、增强动物机体免疫、改善组织代谢等多个方面，均给予动物机体以有效的保护作用，能够缓解氧化应激等机体损伤。因此，维生素 E 在农畜产品的实际生产生活中都已经得到了广泛的认可与应用。随着研究的深入及研究领域的不断拓展，维生素 E 除了应用于如食品添加剂、饲料添加剂、保健食品等领域的传统定位，在新兴产业中，维生素 E 依然可以发挥其新的利用价值，但其中也存在着某些实际问题，如：1）维生素 E 作解毒剂、保护剂在体内具体的研究机制尚不明确；2）维生素 E 究竟是在毒物损伤之前就具有屏障保护作用，还是在毒物损伤之后具有解毒作用尚不清楚；3）维生素 E 对于毒物损伤起到部分改善的作用，而不能完全消除影响。相关科研工作者仍然正在进行相关试验，努力拓展其更加广阔的应用前景，并期待着未来可以取得更加丰硕的研究成果。

参考文献：

[1] 黄权,苏琳.动物体内氧化应激与抗氧化剂应用研究进展[J].中国兽药杂志,2013,47(5):66–69.

[2] KOROTKOVA E I,AVRAMCHIK O A,KAGIYA T V,et al.Study of antioxidant properties of a water-soluble Vitamin E derivative-tocopherol monoglucoside (TMG) by differential pulse voltammetry[J].Talanta,2004,63(3):729–734.

[3] 兰欣,党少农,赵亚玲,等.维生素 E 对人群心脑血管疾病死亡及总死亡的风险研究的 Meta 分析[J].中国预防医学杂志,2016,17(7):504–508.

[4] 王承正,袁鹏,杨晗昭,等.维生素 E 阻断 Ros-p53 信号通道促使乳腺肿瘤生长[J].中华内分泌外科杂志,2015,9(4):316–321.

[5] BRIGELIUS-FLOHÉ R.Vitamin E:the shrew waiting to be tamed[J].Free Radical Biology and Medicine,2009,46(5):543–554.

[6] 董晓慧,杨原志.自由基与维生素 E 的抗氧化作用[J].饲料研究,2003(6):15–18.

[7] HARPER P E,CAVAZOS A T,KINNUN J J,et al.Vitamin E promotes the inverse hexagonal phase via a novel mechanism:implications for antioxidant role[J].Biophysical Journal,2016,110(3):83a.

[8] 张忠杰,王禹,陆杰,等.氯氰菊酯对小鼠肝细胞的氧化损伤和维生素 E 的抗氧化作用[J].环境与健康杂志,2014,31(2):131–134,189.

[9] NIKI E.Do free radicals play causal role in atherosclerosis?Low density lipoprotein oxidation and vitamin E revisited[J].Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition,2011,48(1):3–7.

[10] 武江利,任延铭,王安,等.维生素 E 添加水平对笼养生长蛋鸭血清生化指标的影响[J].东北农业大学学报,2009,40(2):70–74.

[11] 陈雪君,刘建新.肉中的功能性成分及其营养调控[J].食品与生物技术学报,2012,31(3):253–258.

[12] 王卉,高凤仙.应激对动物的危害及其作用机理和防治措施[C]//中国畜牧兽医学会 2013 年学术年会论文集.哈尔滨:中国畜牧兽医学会,2013.

[13] 孙设宗,唐微,胡承江,等.维生素 C 和维生素 E 对小鼠化学性肝损伤的预防性保护作用[J].世界华人消化杂志,2007,15(14):1646–1649.

[14] ANUGU S,PETERSSON-WOLFE C S,COMBS G F,Jr.,et al.Effect of vitamin E on the immune

system of ewes during late pregnancy and lactation[J].Small Ruminant Research,2013,111(1/2/3):83–89.

[15] XU C L,SUN R,QIAO X J,et al.Effect of vitamin e supplementation on intestinal barrier function in rats exposed to high altitude hypoxia environment[J].The Korean Journal of Physiology & Pharmacology,2014,18(4):313–320.

[16] 王锦.硒和维生素 E 缓解肉鸡氧化应激的研究[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2012.

[17] 迟春艳,王海东,陈峰.改性水合硅铝酸盐对黄曲霉毒素 B1 及维生素的体外吸附研究[J].饲料研究,2013(4):73–76.

[18] KHAN W A,KHAN M Z,KHAN A,et al.Dietary vitamin E in White Leghorn layer breeder hens:a strategy to combat aflatoxin B_1-induced damage[J].Avian Pathology,2014,43(5):389–395.

[19] KHAN W A,KHAN M Z,KHAN A,et al.Potential for amelioration of aflatoxin B1-induced immunotoxic effects in progeny of White Leghorn breeder hens co-exposed to vitamin E[J].Journal of Immunotoxicology,2014,11(2):116–125.

[20] HE J,ZHANG K Y,CHEN D W,et al.Effects of vitamin E and selenium yeast on growth performance and immune function in ducks fed maize naturally contaminated with aflatoxin B_1[J].Livestock Science,2013,152(2/3):200–207.

[21] GAYATHRI L,DHIVYA R,DHANASEKARAN D,et al.Hepatotoxic effect of ochratoxin A and citrinin,alone and in combination,and protective effect of vitamin E:*in vitro* study in HepG2 cell[J].Food & Chemical Toxicology,2015,83:151–163.

[22] SINGH M,SINGH R,MANDAL A B,et al.Influence of dietary supplementation of vitamin E in ameliorating adverse effects of ochratoxin on biochemical profile and immune response in broiler chickens[J].Indian Journal of Animal Sciences,2016,86(12):1447–1452.

[23] ABIDIN Z,KHAN M Z,KHATOON A,et al.Ameliorative effects of L-carnitine and vitamin E (α-tocopherol) on haematological and serum biochemical parameters in White Leghorn cockerels given

ochratoxin A contaminated feed[J].British Poultry Science,2013,54(4):471–477.

[24] AHMAD M F D,SALEEMI M K,KHAN M Z,et al.Effects of ochratoxin A feeding in White Leghorn cockerels on hematological and serum biochemical parameters and its amelioration with silymarin and vitamin E[J].Pakistan Veterinary Journal,2012,32(4):520–524.

[25] OTHMEN Z O B,ESSEFI S A,BACHA H.Mutagenic and epigenetic mechanisms of zearalenone:prevention by Vitamin E[J].World Mycotoxin Journal,2008,1(3):369–374.

[26] LI Y S,WANG Z H,BEIER R C,et al.T-2 Toxin,a trichothecene mycotoxin:review of toxicity,metabolism,and analytical methods[J].Journal of Agricultural and Food Chemistry,2011,59(8):3441–3453.

[27] ARUNACHALAM C,DOOHAN F M.Trichothecene toxicity in eukaryotes:cellular and molecular mechanisms in plants and animals[J].Toxicology Letters,2013,217(2):149–149.

[28] AHMADI A,POURSASAN N,AMANI J,et al.Adverse effect of T-2 toxin and the protective role of selenium and vitamin E on peripheral blood B lymphocytes[J].Iranian Journal of Immunology Iji,2015,12(1):64–69.

[29] FRANKIČ T,SALOBIR J,REZAR V.The effect of vitamin E supplementation on reduction of lymphocyte DNA damage induced by T-2 toxin and deoxynivalenol in weaned pigs[J].Animal Feed Science and Technology,2008,141(3/4):274–286.

[30] OLSVIK P A,BERNTSSEN M H G,SØFTELAND L.Modifying Effects of Vitamin E on Chlorpyrifos Toxicity in Atlantic Salmon[J].PLoS One,2015,10(3):e119250.

[31] EL-SHENAWY N S,EL-SALMY F,AL-EISA R A,et al.Amelioratory effect of vitamin E on organophosphorus insecticide diazinon-induced oxidative stress in mice liver[J].Pesticide Biochemistry and Physiology,2010,96(2):101–107.

[32] UZUNHISARCIKLI M,KALENDER Y.Protective effects of vitamins C and E against hepatotoxicity induced by methyl parathion in rats[J].Ecotoxicology and Environmental Safety,2011,74(7):2112–2118.

[33] CENGIZ E I,KAN Y,KIZMAZ V,et al.The protective role of vitamin E on the fatty acid composition of phospholipid structure in gill and liver tissues of *Oreochromis niloticus* exposed to deltamethrin[J].Ecotoxicology and Environmental Safety,2012,80:381–385.

[34] BAYAR A S,BILICI S,CENGIZ E I,et al.The effect of vitamin E supplementation on ovary and testis histopathology in *Oreochromis niloticus* exposed to deltamethrin[J].Toxicological & Environmental Chemistry,2014,96(1):114–135.

[35] 姜超,鄂蒙,张秀梅,等.维生素 E 对二甲基甲酰胺致小鼠急性肝损伤的拮抗作用[J].环境与健康杂志,2012,29(11):1020–1022.

[36] 戈果,余资江,谢骐骥,等.维生素 E 和维生素 C 联合染毒对慢性镉中毒小鼠脑组织黑质神经元的保护作用[J].环境与健康杂志,2011,28(11):974–977,1035.

[37] AGHA F E,EL-BADRY M O,HASSAN D A A,et al.Role of Vitamin E in combination with methionine and L-carnosine against sodium fluoride-induced hematological,biochemical,DNA damage,histological and Immunohistochemical changes in pancreas of albino rats[J].Life Science Journal,2012,9(2):1260–1275.

[38] RADHAKRISHNAN A K,MAHALINGAM D,SELVADURAY K R,et al.Supplementation with natural forms of vitamin E augments antigen-specific TH1-type immune response to tetanus toxoid[J].Biomed Research International,2013,2013:782067.

Research Progress of Protective Effects of Vitamin E on Damages to Animal Body

SUN Yuecheng ZHANG Jing SONG Wentao SHAN Anshan

（*Institute of Animal Nutrition, Northeast Agricultural University, Harbin* 150030, *China*）

Abstract: Vitamin E is a kind of liposolube vitamin that is necessary for animal body, and is an important antioxidant in the body. In the recent years, relevant researches have proved that vitamin E can significantly protect the animal body to be free of injury, keep the basic organizational structure stability of animals,

*Corresponding author, professor, E-mail: asshan@neau.edu.cn (责任编辑 菅景颖)

safeguard its reproductive performance, and can enhance the immunity of the animals. The protective effects of vitamin E on the animal body the injury from oxidative stress, mycotoxins, pesticides and other aspects were reviewed in this paper. It aimed to provide a theoretical basis for the further study of the mechanism of its action as an antidote or protective agent in the body, and promote the further application of vitamin E in animal production.

Key words: vitamin E; oxidative stress; mycotoxin; pesticides; antioxidation